

13. Тимофеев Д.Ю. Повышение точности изготовления прецизионных поверхностей детали штоков гидроцилиндров / Д.Ю. Тимофеев, А.Е. Ефимов // Инновации на транспорте и в машиностроении: сборник трудов IV международной научно-практической конференции. 2016. Том 3. С. 142–145.

14. Тимофеев Д.Ю. Повышение качества изготовления деталей из титановых сплавов с применением метода предварительного локального пластического деформирования / Д.Ю. Тимофеев, Е.В. Кошелева // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики. 2017. С. 302–305.

15. Эльясберг М.Е. Автоколебания металлорежущих станков / М.Е. Эльясберг // Теория и практика. – СПб.: Изд. ОКБС. 1993. – 180 с.

УДК 622.85:622.271:629.113

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ САМОЗАГРУЖАЮЩЕГОСЯ АВТОСАМОСВАЛА НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

Лукашин И.А.

Научный руководитель Коптев В.Ю.

Санкт-Петербургский горный университет

Исследована возможность передачи функции загрузки кузова автосамосвалу, что позволит исключить из погрузочных работ экскаватор, тем самым уменьшить размеры рабочей площадки, время на погрузку и расход энергии, повысить безопасность погрузочных работ и производительность.

Сегодня карьерные автосамосвалы в карьерах загружают горной массой карьерными экскаваторами. Такая технология применяется на всех горных предприятиях с открытым способом разработки месторождений. Экскаваторы и автосамосвалы в общей системе добычных работ составляют экскаваторно-автомобильные комплексы, и в общей структуре затрат на добычу полезного ископаемого на них приходится 60–90 % от всех затрат и до 70 % от общих расходов энергии. Из-за больших габаритов экскаватора площадь, отводимая под рабочую площадку в забое, достигает сотни квадратных метров.

Идея работы заключается в том, чтобы функцию загрузки кузова передать автосамосвалу. Конечно, обычный автосамо-

свал не способен выполнить эту работу. Однако если применить гидроцилиндры двойного действия в механизме подъема кузова, изменить заднюю кромку платформы для лучшего внедрения в штабель горной массы, то появляется возможность при движении автосамосвала задним ходом при подъеме ковша загружать его горной массой (рис. 1).

Для обоснования возможности использования самозагружающегося автосамосвала выполнены расчеты по определению усилия внедрению кузова в развал горной массы.

В работе принят автосамосвал БелАЗ 7513 грузоподъемностью 130 тонн, поскольку машины этой грузоподъемности на данный момент оцениваются экспертами, как наиболее перспективные для применения на многих карьерах.

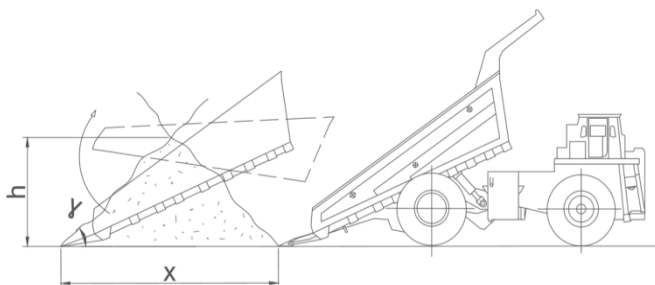


Рис. 1 – Схема загрузки кузова автосамосвала горной массой в забое при движении назад

Применение методов логистики обосновывается модернизацией системы погрузки на основе исключения из технологической цепочки экскаватора и передача функции погрузки автосамосвалу. В результате уменьшаются размеры рабочей площадки, время на погрузку, расход энергии, уменьшается время рейса и стоимость добычных работ, что является основной задачей логистики.

Начнем с расчета геометрии загружаемой горной массы для определения высоты стружки, а также необходимой глубины внедрения кузова в массив.

Вместимость кузова автосамосвала БелАЗ 7513 вместе с шапкой составляет 67 м^3 , на это значение мы и будем опираться при расчете необходимого объема загрузки. Для расчетов примем угол естественного откоса хорошо сыпучих пород, например, песка. Объем горной массы, которую мы загрузим представим в

виде треугольной призмы, ширина которой будет равна ширине кузова, т.е. 6,4 м. Тогда объем загрузки будет равным:

$$V_3 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot t \cdot b ,$$

где x – глубина внедрения,

t – толщина стружки,

b – ширина кузова.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2h}{x} \Rightarrow h = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{x}{2},$$

где α – угол естественного откоса.

Подставив геометрические значения автосамосвала БелАЗ 7513, получаем, что для загрузки полного кузова необходимо углубиться в породу на 7,5 м, если взять во внимание, что порода будет еще сыпаться в кузов при подъеме гидроцилиндров (рис. 2), при этом высота стружки будет составлять 2,2 м.

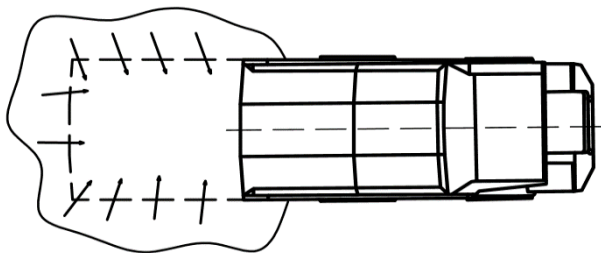


Рис. 2 – Схема засыпки кузова автосамосвала горной массой при внедрении в массив

Сила тяги автосамосвала рассчитывается по формуле:

$$F_k = \frac{3600 \cdot N_{\text{дв}}}{V} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_k \cdot \eta_{\text{ом}},$$

где $N_{\text{дв}} = 1193$ кВт – мощность двигателя,

V – скорость движения автосамосвала (примем равным 5 км/ч при внедрении в горный массив),

$\eta_{\text{тр}} = 0,85$ – КПД передачи для гидромеханической трансмиссии,
 $\eta_{\text{к}} = 0,95$ – КПД колеса,
 $\eta_{\text{ом}} = 0,9$ – коэффициент отбора мощности на вспомогательные нужды (привод вентилятора, компрессора и т.д.).

$$F_k = \frac{3600 \cdot 1193}{5} \cdot 0,85 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 624,3 \text{ кН}$$

Сила тяги F_k , не должна превышать силу тяги, определенную из условия сцепления колес с дорогой (условие отсутствия буксирования)

$$F_k \leq 1000 \cdot P_{\text{сц}} \cdot \psi$$

где $\psi = 0,7$ – коэффициент сцепления колеса с дорожным покрытием, при условии обеспечения уборки льда бульдозерами и насыпки призабойного пространства щебенкой для лучшего сцепления колес.

$P_{\text{сц}}$ – сцепной вес автомобиля:

$$P_{\text{сц}} = \xi \cdot (m_{\text{а}} + m_{\text{гр}}) \cdot g,$$

где $m_{\text{а}}=110$ т – собственная масса автосамосвала,

$m_{\text{гр}}=130$ т – масса груза в кузове (учитывать не будем т.к. самосвал будет внедряться в горную массу порожним),

ξ – коэффициент, учитывающий часть веса автосамосвала с грузом, приходящегося на ведущие колеса.

$$P_{\text{сц}} = 1 \cdot 110 \cdot 9,8 = 1078 \text{ кН}$$

$$F_k \leq 1000 \cdot 1078 \cdot 0,7 = 754,6 \text{ кН}$$

$624,3 \text{ кН} \leq 754,6 \text{ кН}$ – условие выполняется.

Сила тяги должна быть достаточной для преодоления суммарного сопротивления движению автосамосвала.

$$F_k \geq \sum W = W_{\text{с}} + W_{\text{в}},$$

где $W_{\text{с}}$ – основное сопротивление движению автосамосвала,

$W_{\text{в}}$ – сопротивление внедрению кузова в развал горной массы,

$$W_c = \omega \cdot P = \omega \cdot (m_a + m_r)g ,$$

где ω – коэффициент сопротивления движению (примем равным 50 Н/кН) [2].

$$W_c = 50 \cdot (110 + 130) \cdot 9,8 = 117600 \text{Н}.$$

Рассчитаем сопротивление внедрению кузова в развал горной массы:

$$W_b = P_{01} = K_F t b,$$

где P_{01} – касательная сила,

K_F – коэффициент сопротивления горной породы копанию (для песка 0,12 МПа) [1],

t – толщина стружки,

b – ширина кузова.

$$W_b = P_{01} = 0,12 \cdot 10^6 \cdot 6,4 \cdot 2,2 = 1,69 \text{ МН}.$$

$$624,3 \cdot 10^3 \leq 1,8 \cdot 10^6 - \text{условие не выполняется.}$$

В ходе расчетов выявлено, что силы тяги недостаточно для внедрения в хорошо сыпучую породу (в нашем случае песок). Однако в данных расчетах не была учтена сила инерции при внедрении, которая будет способствовать загрузке горной массы, а также возможно установить зубья на заднюю кромку кузова автосамосвала, благодаря чему снизится необходимое усилие внедрения, и увеличится ударная нагрузка на породу в 2-2,5 раза.

Библиографический список

1. Подерни Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых горных работ. Москва, 1985 г., – 38 с.
2. Тарасов Ю.Д., Коптев В.Ю. Транспортные машины периодического действия, 2012 г., – 24 с.